

(4)
(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
25. Oktober 2001 (25.10.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/80175 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: G06K 19/16,
G02B 5/18

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP01/00319

(22) Internationales Anmeldedatum:
12. Januar 2001 (12.01.2001)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
751/00 15. April 2000 (15.04.2000) CH

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): OVD KINEGRAM AG [CH/CH]; Gubelstrasse 22,
CH-6301 Zug (CH).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): TOMPKIN, Wayne,
Robert [US/CH]; Oesterliwaldweg 2, CH-5400 Baden
(CH). STAUB, René [CH/CH]; Schmiedstrasse 6,
CH-6330 Cham (CH).

(74) Anwalt: PÖHLAU, Claus; Louis, Pöhlau, Lohrentz &
Segeth, Postfach 30 55, 90014 Nürnberg (DE).

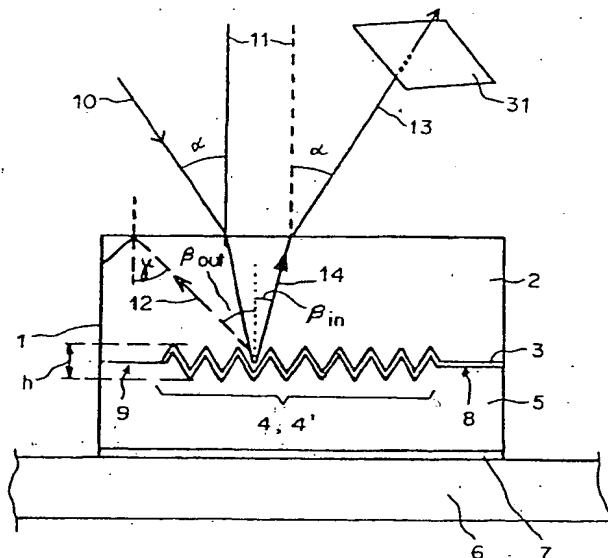
(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CR, CU,
CZ, DE, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK,
LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX,
MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL,
TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO-Patent (GH,
GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW),

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: PATTERN

(54) Bezeichnung: FLÄCHENMUSTER



(57) Abstract: The invention relates to a pattern (18) which is designed as a visually perceptive mosaic consisting of a plurality of surface elements (8; 9; 15; 16; 17) and which is embedded in a laminate (1) consisting of at least one transparent outer layer (2) and one protective layer (5). The surface elements (8; 9; 15; 16; 17) are transparent, scatter or reflect incident light (10) or diffract the incident light (10) to microscopic relief structures covered with a reflecting layer (3). An area (16) corresponding to at least one of the surface elements provided with a microscopic relief structure (4) has a ZOM structure (4') with a profile height h which can be slowly modified in a pre-determined manner and a spatial frequency f. The product of a predetermined critical wavelength λ_G of the visible spectrum and the spatial frequency f is greater than or equal to 1.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]




WO 01/80175 A1

PATTERN



Patent number: WO0180175
Publication date: 2001-10-25
Inventor: TOMPKIN WAYNE ROBERT (CH); STAUB RENE (CH)
Applicant: OVD KINEGRAM AG (CH); TOMPKIN WAYNE ROBERT (CH); STAUB RENE (CH)

Classification:
- **international:** (IPC1-7): G06K19/16; G02B5/18
- **european:** G02B5/18L; G06K19/16
Application number: WO2001EP00319 20010112
Priority number(s): CH20000000751 20000415

Also published as:

 US6870678 (B2)
 US2004057113 (A1)
 CA2403588 (A1)

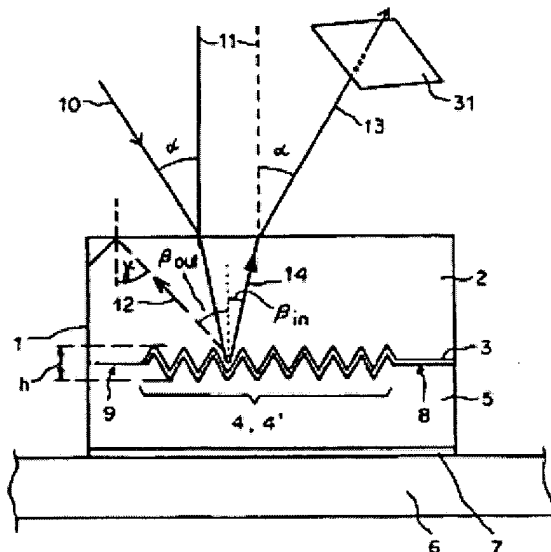
Cited documents:

 WO9938039
 WO9938038
 DE19516741
 WO9826373
 WO8707034

Report a data error here

Abstract of WO0180175

The invention relates to a pattern (18) which is designed as a visually perceptive mosaic consisting of a plurality of surface elements (8; 9; 15; 16; 17) and which is embedded in a laminate (1) consisting of at least one transparent outer layer (2) and one protective layer (5). The surface elements (8; 9; 15; 16; 17) are transparent, scatter or reflect incident light (10) or diffract the incident light (10) to microscopic relief structures covered with a reflecting layer (3). An area (16) corresponding to at least one of the surface elements provided with a microscopic relief structure (4) has a ZOM structure (4') with a profile height h which can be slowly modified in a pre-determined manner and a spatial frequency f . The product of a predetermined critical wavelength λ_G of the visible spectrum and the spatial frequency f is greater than or equal to 1.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
25. Oktober 2001 (25.10.2001)

PCT

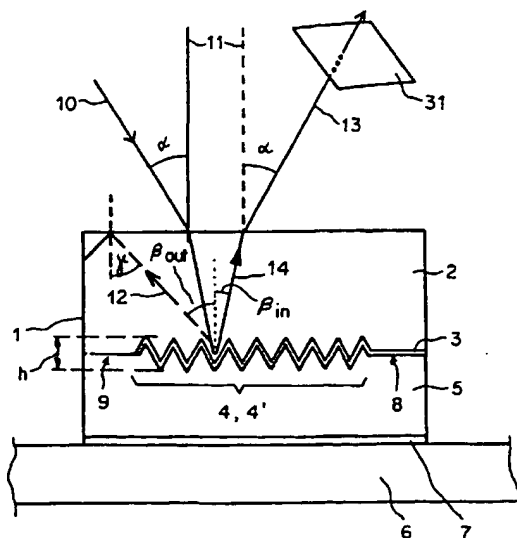
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/80175 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **G06K 19/16**, (72) Erfinder; und
G02B 5/18 (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **TOMPKIN, Wayne, Robert** [US/CH]; Oesterliwaldweg 2, CH-5400 Badcn (CH). **STAUB, René** [CH/CH]; Schmiedstrasse 6, CH-6330 Cham (CH).
- (21) Internationales Aktenzeichen: **PCT/EP01/00319**
- (22) Internationales Anmeldedatum:
12. Januar 2001 (12.01.2001) (74) Anwalt: **PÖHLAU, Claus**; Louis, Pöhlau, Lohrentz & Segeth, Postfach 30 55, 90014 Nürnberg (DE).
- (25) Einreichungssprache: **Deutsch**
- (26) Veröffentlichungssprache: **Deutsch**
- (30) Angaben zur Priorität:
751/00 15. April 2000 (15.04.2000) **CH**
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **OVD KINEGRAM AG** [CH/CH]; Gubelstrasse 22, CH-6301 Zug (CH).
- (81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.
- (84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW),

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: **PATTERN**

(54) Bezeichnung: **FLÄCHENMUSTER**



(57) Abstract: The invention relates to a pattern (18) which is designed as a visually perceptive mosaic consisting of a plurality of surface elements (8; 9; 15; 16; 17) and which is embedded in a laminate (1) consisting of at least one transparent outer layer (2) and one protective layer (5). The surface elements (8; 9; 15; 16; 17) are transparent, scatter or reflect incident light (10) or diffract the incident light (10) to microscopic relief structures covered with a reflecting layer (3). An area (16) corresponding to at least one of the surface elements provided with a microscopic relief structure (4) has a ZOM structure (4') with a profile height h which can be slowly modified in a pre-determined manner and a spatial frequency f . The product of a predetermined critical wavelength λ_c of the visible spectrum and the spatial frequency f is greater than or equal to 1.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 01/80175 A1



eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

(57) Zusammenfassung: Ein Flächenmuster (18) ist als ein visuell sichtbares Mosaik aus einer Anzahl von Flächenteilen (8; 9; 15; 16; 17) gestaltet und ist in ein Laminat (1) aus wenigstens einer transparenten Deckschicht (2) und einer Schutzschicht (5) eingebettet. Die Flächenteile (8; 9; 15; 16; 17) sind transparent, streuen oder spiegeln einfallendes Licht (10) oder beugen das einfallende Licht (10) an mikroskopischen Reliefstrukturen (4). Die Flächenteile (8; 9; 15; 16; 17) sind wenigstens teilweise mit einer Reflexionsschicht (3) überzogen. Wenigstens eines der mit einer mikroskopischen Reliefstruktur (4) belegten Flächenteile, ein Areal (16), ist eine ZOM-Struktur (4') mit einer vorbestimmten langsam sich ändernden Profilhöhe (h) und einer Spatialfrequenz (f), wobei das Produkt aus einer vorbestimmten Grenzwellenlänge λ_G des sichtbaren Spektrums und der Spatialfrequenz (f) grösser oder gleich eins ist.

5

Flächenmuster

Die Erfindung bezieht sich auf ein Flächenmuster gemäss der im Oberbegriff
10 des Anspruchs 1 genannten Art.

Solche Flächenmuster weisen eine mikroskopisch feine Reliefstruktur auf
und eignen sich als Sicherheitselement zur Erhöhung der Fälschungssicherheit von
Wertpapieren, Ausweisen, Zahlungsmitteln und andern wertvollen Gegenständen.

Ein Flächenmuster gemäss der im Oberbegriff des Anspruchs 1 genannten Art ist
15 aus der WO 87/07034 bekannt. Das Flächenmuster weist drei Teilflächen mit einer
optisch wirksamen Beugungsstruktur auf. Diese Strukturen mit einer
Spatialfrequenz f beugen sichtbares Licht entsprechend dessen Wellenlänge λ
unter verschiedenen Beugungswinkeln α . Die Profilhöhe h der Furchen der drei
Strukturen ist in jeder Teilfläche konstant, jedoch ist sie in jeder Teilfläche
20 unterschiedlich so festgelegt, dass für einen bestimmten Beobachter die erste
Struktur blaues Licht, die zweite Struktur grünes Licht und die dritte Struktur rotes
Licht mit jeweils verschwindender bzw. möglichst geringer Beugungseffizienz beugt.
Beim Kippen des Flächenmusters um eine zu den Furchen der Strukturen parallelen
Achse wird bei einem ersten Betrachtungswinkel die erste Teilfläche, bei einem
25 zweiten Betrachtungswinkel die zweite Teilfläche und bei einem dritten
Betrachtungswinkel die dritte Teilfläche dunkel erscheinen, d.h. für den Beobachter
ändert die dunkle Teilfläche beim kontinuierlichen Kippen sprunghaft ihre Lage. Die
Spatialfrequenz f ist nach oben beschränkt, da der hier beschriebene optische
Effekt in der ersten Beugungsordnung beobachtbar ist.

30 Die WO 98/26373 beschreibt ein Flächenmuster aus Beugungsgittern mit
einem Hell- Dunkelmuster, dessen Ausdehnung sich mit dem Betrachtungswinkel
ändert. Die Profilhöhen h der Gitter ändern sich entsprechend einer
Modulationsfunktion. Die Spatialfrequenzen f sind so gewählt, dass wenigstens eine
erste Beugungsordnung auftritt.

35 Die EP-0 712 012 A1 beschreibt ein Flächenmuster, das ein Element mit
einer mit einem Lack überzogenen Beugungsstruktur mit einer Spatialfrequenz f von
mehr als 2000 Linien/mm enthält. Es wird darauf hingewiesen, dass für solche

- 5 Spatialfrequenzen wegen der Totalreflexion an der Lack - Luft - Grenzschicht
sichtbares, an der Beugungsstruktur gebeugtes Licht auch in der ersten
Beugungsordnung in der Lackschicht gefangen bleibt. Die Beugungsstruktur wird
mittels eines anisotropen Ätzverfahrens durch eine Maske hindurch erzeugt. Die
Profilhöhen h hängen von der Grösse der Öffnungen in der Maske bzw. vom
10 Tastverhältnis der transparenten und opaken Flächen ab und sind wegen des
Ätzverfahrens nur statistisch festgelegt. Wegen Unwägbarkeiten des Ätzvorgangs
kann ein vorgegebenes Muster nicht genau in die Beugungsstruktur umgesetzt
werden. Eine holographische Kopie der Beugungsstruktur weist ein ähnliches
Beugungsverhalten wie das Original auf, das - weil selbst ungenau definiert - sich
15 für den Laien kaum von der Kopie unterscheidet.

Andererseits sind aus EP-0 105'099 B1, EP-0'330'738 B1 und EP-0'375'833
B1 Flächenmuster aus mosaikartig zusammengesetzten Teilflächen mit
verschiedenen Beugungsstrukturen bekannt, die abhängig vom Kipp- und/oder
Drehwinkel sichtbar sind und eine Abfolge von Mustern oder Bilder zeigen. Die
20 beugungsoptisch wirkenden Flächenmuster sind zwischen Lagen aus transparenten
Kunststoffen eingebettet (CH-PS 678'835).

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine fälschungs- und
kopiersichere Beugungsstruktur zu schaffen, die aufgrund hoher Spatialfrequenz ein
eindeutig erkennbares Muster zeigt.

- 25 Die Lösung der Aufgabe gelingt mit den kennzeichnenden Merkmalen des
Anspruchs 1. Vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den abhängigen
Ansprüchen. Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der
Zeichnung näher erläutert.

Es zeigen:

- 30 Figur 1 ein Laminat im Querschnitt,
Figur 2 ein schematisch unterteiltes Flächenmuster,
Figur 3 das einfache Flächenmuster,
Figur 4 ein Profil einer Reliefstruktur,
Figur 5 das Profil mit einer andern Hüllkurve,
35 Figur 6 das Profil mit der Hüllkurve mit einem konstanten Term K ,
Figur 7 das Profil im Bereich kleiner Profilhöhen,
Figur 8a ein Areal im Bereich kleiner Profilhöhen,

- 5 Figur 8b das Areal unter einer anderen Blickrichtung,
 Figur 9 Hüllkurven,
 Figur 10 die Hüllkurvenfläche für ein Schachbrettmuster,
 Figur 11 symmetrische und asymmetrische Profile und
 Figur 12 längs einer Richtung sich ändernde Profilform.

- 10 In der Figur 1 bedeuten 1 ein Laminat, 2 eine transparente Deckschicht aus einem Polymer, 3 eine Reflexionsschicht, 4 eine mikroskopische Reliefstruktur, 5 eine Schutzschicht aus einem Polymer und 6 ein Substrat. Die von der Reflexionsschicht 3 abgewandte Oberfläche der Schutzschicht 5 ist entweder mit einer Klebeschicht 7 bedeckt oder die Schutzschicht selbst erfüllt die Funktion des
 15 Klebers. Als Klebemittel sind Kalt- oder Heisskleber geeignet, die Wahl hängt von der Anwendung ab. Die mikroskopische Reliefstruktur 4 ist in die Deckschicht 2 eingeformt und mit der Reflexionsschicht 3 bedeckt, während die nicht strukturierten Flächenteile 8 und 9 als Spiegelflächen 8 mit der Reflexionsschicht 3 bedeckt sind oder als transparente Fenster 9 frei von der Reflexionsschicht 3 bleiben. Durch die
 20 Fenster 9 hindurch sind entweder die Schutzschicht 5 erkennbar oder, wenn die Schutzschicht 5 auch transparent ist, Indicia des Substrats 6 unter dem Laminat 1 sichtbar.

- Die mikroskopische Reliefstruktur 4 ist ein optisch wirksames Gitter mit parallelen geraden oder gekrümmten Furchen und weist wenigstens lokal eine
 25 periodische Struktur auf, die durch ihre Parameter beschrieben ist. Die wichtigsten Parameter sind ein Azimutwinkel relativ zu einer ausgezeichneten Richtung, eine Spatialfrequenz f bzw. eine Anzahl Furchen pro Millimeter, eine Reliefprofilform, eine Profilhöhe h . Die geometrische Profilhöhe h_G innerhalb der mikroskopischen Reliefstruktur 4 ist nicht mit der optisch wirksamen Profilhöhe h zu verwechseln.
 30 Füllt das Material der Deckschicht 2 mit dem Brechungsindex n die Furchen der Reliefstruktur 4 auf, wird als Profilhöhe h die mit dem Brechungsindex n multiplizierte geometrische Profilhöhe h_G optisch wirksam. Im Folgenden bedeutet die Profilhöhe h immer die optisch wirksame Profilhöhe h .

- Die vom menschlichen Auge wahrgenommen Wellenlängen überdecken
 35 einen Bereich von 380 nm (violett) bis 780 nm (rot).

 Ein auf die mikroskopische Reliefstruktur 4 unter einem Winkel α auf das Laminat 1 einfallender Lichtstrahl 10 wird an der Reflexionsschicht 3 teilweise

5 reflektiert und gebeugt. Da die Deckschicht 2 einen typischen Brechungsindex von $n = 1.5$ aufweist, wird der einfallende Lichtstrahl 10 zu einem Lot 11 auf die Oberfläche der Deckschicht 2 hin gebrochen, bevor er auf die mikroskopische Reliefstruktur 4 auftrifft und gebeugt wird. Das gebeugte Licht 12 verlässt entsprechend der Beugungsordnung die mikroskopische Reliefstruktur 4, wobei der

10 reflektierte Lichtstrahl 14 in der nullten Beugungsordnung in Richtung 13 des gespiegelten Lichts das Laminat 1 verlässt. Die übrigen Beugungsordnungen schliessen zusätzliche Winkel β zum reflektierten Lichtstrahl 14 ein, wobei diese zusätzliche Winkel β durch die Funktion $\sin \beta = m \cdot \lambda \cdot f + \sin(\beta_{IN})$ gegeben sind vorausgesetzt, dass m die Zahl der Beugungsordnung, λ die Wellenlänge des

15 einfallenden Lichtstrahls 10 und f die Spatialfrequenz der Reliefstruktur 4 bedeuten. Sobald das gebeugte Licht 12 unter einem Winkel γ von mehr als $\arcsin(1/n)$ auf die Grenzfläche der Deckschicht 2 zur Luft auftrifft, wird das gebeugte Licht 12 total reflektiert und tritt erst nach mehreren Reflexionen in nicht mehr definierbaren Richtungen aus dem Laminat 1 aus. Sobald aber das Produkt aus einer

20 Grenzwellenlänge λ_G und der Spatialfrequenz f grösser oder gleich 1 ist, tritt keine Beugung mehr auf. Die Grenzwellenlänge λ_G hängt von der für die Beobachtung vorgesehenen Lichtquelle ab. Falls eine Beobachtung bei Tageslicht vorgesehen ist, wird mit Vorteil die Grenzwellenlänge λ_G im violetten Teil des sichtbaren Spektrums gewählt, beispielsweise $\lambda_G = 380$ nm. Dies bestimmt die minimale Spatialfrequenz f

25 zu 2'630 pro mm.

Hingegen wird sehr wohl Licht an der Reflexionsschicht 3 gespiegelt, wobei Höhenunterschiede innerhalb der mikroskopischen Reliefstruktur 4 Weglängendifferenzen und damit Phasenunterschiede zwischen den an benachbarten Punkten reflektierten Lichtstrahlen 14 verursachen. Die Interferenz

30 zwischen den reflektierten Lichtstrahlen 14 mit den Phasenunterschieden beeinflusst die Intensität des Lichts in Abhängigkeit von der Wellenlänge λ . Aus dem weissen Licht werden somit das Licht bestimmter Wellenlängen λ verstärkt, reduziert oder gar auslöscht. Die mikroskopische Reliefstruktur 4 bei der keine Beugung mehr auftritt sondern nur noch die Wirkung der Interferenz in der nullten

35 Beugungsordnung beobachtbar ist, wird als "zero order microstructure" oder ZOM bezeichnet. Im folgenden sind die mikroskopischen Reliefstrukturen 4, welche die Bedingung $\lambda \cdot f \geq 1$ erfüllen, ZOM - Strukturen 4' genannt. Eine Fläche, die mit der

5 ZOM - Struktur 4' belegt ist und eine über die Fläche konstante Profilhöhe h aufweist, erscheint bei einer Beleuchtung des Laminats 1 mit weissem Licht in einem aus einer Richtung einfallenden Lichtstrahl 10 in der durch die Profilhöhe h und dem Material der Reflexionsschicht 3 bestimmten Farbe oder Grauwert. Beim Kippen der Fläche um eine Achse in der Ebene der Fläche hingegen verändert sich
10 die optisch wirksame Profilhöhe h und damit die Farbe, der Farbton oder der Grauwert. Bei einer normalen, diffusen Beleuchtung fällt das einfallende Licht 10 aus dem ganzen Halbraum über dem Laminat 1 auf die mikroskopische Reliefstruktur 4 ein und verlässt das Laminat in der gleichen Verteilung in den Halbraum. Bei ausgewählten ZOM - Strukturen 4' erblickt ein Beobachter die Fläche
15 in einer vom Kippwinkel jedoch nicht vom Azimut abhängigen Farbe. Die ZOM - Strukturen 4' mit einem Rechteckprofil fallen durch satte Farben auf und sind auch aus der Natur bekannt, ein Beispiel dafür sind die farbigen Flügel von Schmetterlingen der Familie Morphus.

Die ZOM - Struktur 4' weist einen Linienabstand $1/f$ auf, der kleiner als die
20 Wellenlänge λ des sichtbaren Lichts ist. Die Skalartheorie kann nicht einmal qualitativ das Beugungsverhalten der ZOM - Struktur 4' beschreiben nur eine Anwendung der exakten elektromagnetischen Theorie und genaue Berechnungen, wie sie im Buch "Electromagnetic Theory of Gratings" von R. Petit, Herausgeber, Springer-Verlag, Heidelberg 1980 beschrieben sind. Demnach versagt die
25 Skalartheorie, weil das Verhalten des Lichts entsprechend der TE- und TM-Polarisation völlig verschieden ist.

Im Falle der TE - Polarisation, bei der das elektrische Feld parallel zu den Furchen der ZOM - Struktur 4' ausgerichtet ist, fließen Oberflächenströme so in der Reflexionsschicht 3, dass die ZOM - Struktur 4' wie ein Spiegel wirken kann und das
30 Licht in der Richtung des reflektierten Strahls 14 zurückwirft. Heuristisch gesagt, dringt das TE - Feld nicht in die ZOM - Struktur ein und erfährt die Wirkung der ZOM - Struktur nicht. Eine ZOM - Struktur 4' in Metall mit einer Profilhöhe h zwischen 0 und 350 nm oder mehr weist eine ziemlich konstante Reflektivität ungeachtet der Profilhöhe h auf.

35 Im Falle der TM - Polarisation, bei der das elektrische Feld senkrecht zu den Furchen der ZOM - Struktur 4' ausgerichtet ist, können die Oberflächenströme in der Reflexionsschicht 3 nicht so leicht erzeugt werden. Das TM - Feld kann in die Tiefe

- 5 der ZOM - Struktur vordringen und wird dort erst reflektiert. Das Ergebnis ist, dass im Bereich der Profilhöhe h von 0 bis etwa 350 nm die Reflektivität der ZOM - Struktur 4' in Metall im wesentlichen mit zunehmender Profilhöhe h abnimmt.

- Im Gegensatz zu den üblichen Beugungsstrukturen mit der Bedingung $\lambda \cdot f < 1$ ist die unter einer bestimmten Beobachtungsbedingung wahrnehmbare
- 10 Farbe der ZOM - Strukturen 4' nicht von den Beugungsgleichungen abgeleitet werden. Die Farbe der ZOM - Strukturen 4' hängt von den Materialien, der Profilform, die Profilhöhe h , der Orientierung usw. ab und ist im allgemeinen keine Spektralfarbe. Beim Einsatz von metallischen Reflexionsschichten 3 scheinen bei der Beleuchtung der ZOM - Strukturen 4' mit weissem Licht graue oder metallische
- 15 Farbtöne auf. Mit gekreuzten Gittern kann die Bildung von Oberflächenströmen unterdrückt werden, wobei die ZOM - Strukturen 4' nur noch wenig Licht reflektiert. Ein solche ZOM - Strukturen 4' mit einer metallischen Reflexionsschicht 3 erscheint schwarz von allen Blickwinkeln. Dielektrische Reflexionsschichten 3 verhalten sich verschieden. Bei einer Drehung um das Lot 11 zeigt die ZOM -Struktur 4' mit der
- 20 dielektrischen Reflexionsschicht 3 vom Azimut abhängige Farbänderungen oder Farbschattierungen.

- Der Vorteil dieser ZOM - Strukturen 4' mit $\lambda \cdot f \geq 1$ liegt darin, dass unabhängig von den Beobachtungsbedingungen der Beobachter immer eine farbige oder grau getönte Fläche erblickt, ganz im Gegensatz zu einem Mosaik aus
- 25 Teilflächen mit den bekannten Beugungsgittern, wie sie in den eingangs genannten Dokumenten EP-0 105'099 B1, EP-0'330'738 B1 und EP-0'375'833 B1 beschrieben sind.

- Weist die mikroskopische Reliefstruktur 4 keine periodische Struktur auf und hat aber Abmessungen, die grösser sind als die Wellenlänge λ des einfallenden
- 30 Lichts, tritt keine Beugung auf; jedoch wird das Licht gestreut. Mittels einer entsprechenden Profilform wird das Licht in eine bevorzugte Richtung gestreut. Eine streuende Teilfläche ohne bevorzugte Richtung erscheint dem Beobachter unabhängig vom Azimut als graue Fläche; eine streuende Teilfläche mit einer bevorzugten Richtung wird abhängig von der Beobachtungsrichtung als helle oder
- 35 als dunkle Fläche wahrgenommen.

5 Die Figur 2 zeigt ein in mehrere Flächenteile 8, 9, 15, 16, 17 unterteiltes
 Flächenmuster 18. Die beugungsoptischen Flächen 15 weisen Gitterstrukturen mit
 der Bedingung $\lambda \cdot f < 1$ auf und unterscheiden sich wenigstens im Azimut und in der
 Spatialfrequenz f . In einem von Koordinaten x und y aufgespannten Areal 16 erfüllt
 hingegen die mikroskopische Reliefstruktur 4 die Bedingung $\lambda \cdot f \geq 1$. Für den
 10 Beobachter entsteht durch die nebeneinander angeordneten Flächenteile 8, 9, 15,
 16, 17 eine auffällige Wechselwirkung bedingt durch das völlig andere optische
 Verhalten beim Kippen und Drehen der Spiegelflächen 8, der Fenster 9, der
 beugungsoptischen Flächen 15, des Areals 16 mit der ZOM - Struktur 4' (Fig. 1) und
 streuenden Flächenteilen 17. Im Flächenmuster 18 dienen die Areale 16
 15 beispielsweise als Referenzflächen für die beugungsoptischen Flächen 15 oder
 umgekehrt, während sich die streuenden Flächenteile 17 für registergenaue
 Markierungen eignen.

In der Figur 3a umfasst die einfachste Ausführung des Flächenmusters 18
 wenigstens das streuende Flächenteil 17 und das Areal 16, die mit Vorteil mit einer
 20 gemeinsamen Berandung 19 nebeneinander angeordnet sind. Die ZOM -Struktur 4'
 (Fig. 1) im Areal 16 ist eine Sinusfunktion mit einer metallischen Reflexionsschicht 3
 (Fig. 1) und einer Profilhöhe h (Fig. 1), die sich von $h = 0$ bis etwa $h = 300$ nm auf
 einer Strecke von mehreren Millimetern monoton entlang der Berandung 19 ändert.
 Das streuende Flächenteil 17 weist auch bei diffuser Beleuchtung eine
 25 Vorzugsrichtung 20 so auf, dass der streuende Flächenteil 17 durch Drehen und
 Kippen des Flächenmusters 18 um seine drei Achsen einen bestimmten Grauwert
 erreicht, damit an einer Stelle 19' der Berandung 19 die ZOM - Struktur 4' und das
 streuende Flächenteil 17 denselben Grauwert aufweisen und der Kontrast an der
 Stelle 19' verschwindet. Nach einer, z.B. in der Figur 3b dargestellten, azimuthalen
 30 Drehung des Flächenmusters 18 haben sich die Grauwerte oder metallische
 Farbtöne in beiden Flächenteilen 16 und 17 für den Beobachter verändert, so dass
 der Kontrast an einer anderen Stelle 19" der Berandung verschwindet. Weist eine
 lokal langsam variierende Profilhöhe h im Areal 16 auf, ergeben sich Merkmale, die
 schwer zu kopieren und doch leicht von einem Beobachter zu verifizieren sind.

35 In der Figur 4 ist ein Profil 21 $S(z)$ der ZOM - Struktur 4' (Fig. 1) gezeigt. Das
 Profil 21 basiert auf einer sinusförmigen Gitterstruktur $G(z) = 0.5 \cdot A \cdot [1 + \sin(2\pi f z)]$
 mit der Amplitude A . Die Profilhöhe h der Gitterstruktur ist mit einer Funktion $H(z)$

5 moduliert. Die Profilhöhe h ändert sich innerhalb des Areals 16 (Fig. 3) längs einer ausgezeichneten Richtung z , beispielsweise mit einer linearen Funktion $H(z)$. Die ausgezeichnete Richtung z ist zum Beispiel parallel zum Gittervektor der Gitterstruktur $G(z)$ ausgerichtet. Eine Hüllkurve 22, d.h. die Funktion $H(z)$, weist beispielsweise eine periodische Sägezahnform auf und ist aus mehreren linearen
 10 Teilstücken, wo die Funktion H Werte der Profilhöhe h zwischen $h = 0$ nm und einem Maximum annimmt, zusammengesetzt. Die ZOM - Struktur 4' weist somit das Profil 21 der Funktion $S(z) = G(z) \cdot H(z)$ auf. Ein Sonderfall dieser Funktion ist gegeben, wenn die Funktion in einem Areal 16 nur die Werte einer einzigen Periode auf dem Weg z zwischen einem Randstück des Areals 16 zu einem
 15 gegenüberliegenden Randstück des Areals 16 annimmt.

Die Figur 5 zeigt ein anderes Profil 21 der ZOM - Struktur 4' (Fig. 1), bei der die sinusförmige Gitterstruktur $G(z) = 0.5 \cdot A \cdot [1 + \sin(2\pi fz)]$ mit der Hüllkurve 22 der Funktion $H(z) = \sin^2(2\pi Fz)$ moduliert ist, wobei F die Frequenz der Hüllkurve 22 bezeichnet. Das Profil 21 nimmt die Werte der Funktion $S(z) = 0.5 \cdot A \cdot [1 + \sin(2\pi fz)] \cdot$
 20 $\sin^2(2\pi Fz)$ an.

In der Figur 6 ist eine Funktion $H(z)$ der Profilhöhe h gezeigt, die einen konstanten additiven Term K aufweist. Dargestellt ist die Hüllkurve 22 der Funktion $H(z) = \sin^2(2\pi Fz) + 200$ nm. Das Profil 21 der ZOM - Struktur 4' (Fig. 1) erreicht im Areal 16 (Fig. 3) nur die minimale Profilhöhe $K = 200$ nm. Diese minimale Profilhöhe
 25 K ist aus dem Bereich $0 < K < 300$ nm gewählt. Jede denkbare für die Modulation der Gitterstruktur $G(z)$ geeignete Funktion kann einen solchen additiven Term K aufweisen. Die minimale Profilhöhe K im Bereich von wenigstens 50 nm besser 100 nm bis 200 nm verhindert das Auftreten von Stellen ohne ausreichendes Profil. Die Stellen ohne ausreichendes Profil spiegeln das ganze Spektrum des
 30 einfallenden Lichts. Das Areal 16 mit einer derartigen ZOM - Struktur 4' weist Gebiete mit verschiedenen Farben auf, die den unterschiedlichen Interferenzbedingungen entsprechen. In den Bereichen mit der Profilhöhe $h = K$ fehlen z.B. die Blauanteile während mit zunehmender Profilhöhe h immer langwelligeres Licht ausgeblendet wird, z.B. Grün bei $h \approx 250$ nm bis 300 nm, so
 35 dass ein Beobachter eine Purpurfarbe erblickt.

5 Generell ist für eine gute Beobachtbarkeit des Flächenmusters 18 (Fig. 2) eine langsame Änderung der Profilhöhe h in der ausgezeichneten Richtung z notwendig, d.h. die Frequenz F ist viel kleiner als die Spatialfrequenz f zu wählen, wobei zweckmäßig die Spatialfrequenz f grösser als $f = 2400/\text{mm}$ und die Frequenz F aus dem Bereich $F < 5/\text{mm}$ zu wählen sind. In den Zeichnungen der Figuren 5 bis 10 7 mit den Profilen 21 und den Hüllkurven 22 umfasst eine Periode der Hüllkurve 22 aus darstellerischen Gründen nur wenige Perioden des Profils 21 der ZOM - Struktur 4'. In diesen Beispielen sind die Profilhöhe h in Mikrometern und die Strecken in Richtung z in Millimetern angegeben. In Wirklichkeit ist daher die Spatialfrequenz f des Profils 21 um ein Vielfaches höher als die Frequenz F der 15 Hüllkurve 22, d.h. die Profilhöhe h ändert sich in Abhängigkeit des Ortes (x, y) bis auf einzelne Unstetigkeiten sehr langsam. Im mit Tageslicht beleuchteten Areal 16 (Fig. 2) mit der ZOM - Struktur 4' nimmt der Beobachter einen Farb- oder Grauwert wahr, der sich entsprechend dem örtlichen Wert der Hüllkurve 22 einstellt. Die Periodizität der Hüllkurve 22 erzeugt somit ein periodisches Muster mit der 20 Frequenz F . Damit das Muster ohne Hilfsmittel gut zu erkennen ist, erstreckt sich die Periode der Hüllkurve 22 wenigstens über 0.2 mm. Eine einzige Periode der Hüllkurve 22 enthält für jeden Millimeter längs einer Wegstrecke in der ausgezeichneten Richtung z die von der Spatialfrequenz f angegebene Anzahl Perioden des Profils 21.

25 Wie oben ausgeführt weisen die ZOM - Strukturen 4' eine starke, polarisierende Wirkung auf. Beim Betrachten der ZOM - Struktur 4' in polarisiertem Licht oder beim Betrachten durch ein Polarisationsfilter 31 (Fig. 1) und einer Beleuchtung in unpolarisiertem Licht ist das durch die wechselnden Profilhöhen und/oder Profilformen erzeugte Muster im Areal 16 in einem erhöhten Kontrast oder 30 ausgeprägteren Farben sichtbar, wenn durch Drehen des Polarisationsfilters 31 die reflektierte TE - Komponente des Lichts eliminiert ist. Beispielsweise weisen Arealteile 32 (Fig. 2) innerhalb des Areals 16 solche ZOM - Strukturen (4') auf, die sich nur durch ein unterschiedliches Polarisationsvermögen von der ZOM - Struktur (4') des als Hintergrundfläche dienenden, restlichen Areals 16 unterscheiden. Bilden 35 die Arealteile 32 einen Information tragenden Code, z.B. in Form eines Strichcodes, ist der Code in unpolarisiert einfallendem Licht 10 (Fig. 1) nicht sichtbar, da kein Kontrast zwischen den Arealteilen 32 und der Hintergrundfläche des Areals 16 vorhanden ist. Erst bei Beleuchtung mit polarisiertem Licht 10 entsteht genügend

- 5 Kontrast, um die Arealteile 32 des Codes zu erkennen. Diese Codes eignen sich für eine maschinelle Erkennung. Anstelle eines Codes ist die durch eine Vielzahl der Arealteile 32 gebildete Information ein Schriftbild, ein graphisches Emblem oder ein Bild. Die Information ist in einer Ausführung mit einem feinen Raster aus den Arealteilen 32 in das Areal 16 eingebracht, wobei sogar Graustufen eines Bildes
10 mittels entsprechenden Abstufungen der Rasterdichte wiedergegeben sind.

Erreicht in einem Teil des Areals 16 die Profilhöhe h nur einen Wert im Bereich 0 bis 80 nm, ist das Profil 21 in diesem Teil des Areals 16 zu wenig ausgeprägt, um beugungswirksam zu sein. Dieser Teil des Areals 16 spiegelt daher das einfallende Licht 10 in Abhängigkeit von der Beobachtungsbedingungen. In den
15 Figuren 7, 8a und 8b ist an einem einfachen Beispiel die Anwendung der niederfrequenten Modulation der Profilhöhe h für die Gestaltung des Flächenmusters 18 verdeutlicht. Die Figur 7 zeigt schematisch das Profil 21 im Übergangsgebiet vom Spiegel zur wirksamen Interferenzstruktur in einem Querschnitt durch die ZOM - Struktur 4' (Fig. 1). Sie erstreckt sich senkrecht zur
20 ausgezeichneten Richtung z , wie dies in Draufsicht auf das Areal 16 der Figuren 8a und 8b dargestellt ist. Das Areal 16 grenzt mit einem Teil seiner Berandung 19 an einen anderen Flächenteil, z.B. an die beugungsoptische Fläche 15. Schaut der Beobachter in der Figur 8a im wesentlichen senkrecht auf die Zeichenebene in der Beobachtungsrichtung 23 auf die ZOM - Struktur 4' (Fig. 1) ist auf einer Strecke von
25 $z = 0$ bis $z = z_1$ die durch die Hüllkurve 22 (Fig. 7) gegebene Profilhöhe h zu klein, als dass das TM - polarisierte Licht merkbar geschwächt wird. In der Figur 8a wirken daher ein Teilareal 24 und ein Zwischenareal 24' des Areals 16 wie ein Spiegel, während ein Gebiet 25 des Areals 16 für Interferenzfarben genügend grosse Profilhöhen h aufweist und, das Gebiet 25 wie oben ausgeführt, farbig oder in einem
30 Grauton bzw. Mischfarbe erscheint. In der Zeichnung der Figuren 8a und 8b ist dies durch einen Punktraster zeichnerisch verdeutlicht. Die Profilhöhe h im Gebiet 25 erreicht an der Grenze 26 zum Zwischenareal 24' wenigstens 80 bis 100 nm, d.h. aus dem weissen Licht werden dort z.B. die Blauanteile ausgelöscht. Kippt der Beobachter das Flächenmuster 18 (Fig. 2) mit der ZOM - Struktur 4' (Fig. 1) um eine
35 Achse parallel zu den Furchen des Profils 21 (Fig. 7) in eine Schiefelage, bemerkt er, dass sich das Gebiet 25 auf Kosten des Zwischenareals 24' ausdehnt, sich der Uebergang zwischen Spiegel und Interferenzfarben von der Grenze 26 von $z = z_1$ nach $z = z_2$ zur punktierten Linie 26' verschiebt und z.B. das Teilareal 24 erreicht.

- 5 Der Beobachter schaut nun aus einer Blickrichtung 27 schief auf das Profil 21. In der Figur 7 bewirkt dies eine Vergrößerung der Profilhöhe h zur wirksamen Profilhöhe h_w , so dass diese Interferenzeffekte auch im Zwischenareal 24' (Fig. 8b) bereits bei $z = z_2$ auftreten. Das hier gezeigte Modell der Profilhöhe h ist nur ein heuristisches; den echten Sachverhalt bei Submikronstrukturen kann das Modell
10 nicht richtig wiedergeben.

- Das oben beschriebene Beispiel ist in den Figuren 8a und 8b gezeigt. Im Zwischenareal 24' steigt die Profilhöhe h der ZOM - Struktur 4' von höchstens 50 nm an der Linie 26' auf wenigstens 80 nm bis 100 nm an der Grenze 26 zum Gebiet 25 an. Im spiegelnden Teilareal 24 ist die Profilhöhe $h = 50$ nm oder weniger. Im
15 Gebiet 25 ist die Profilhöhe h wenigstens 80 nm bis 100 nm oder mehr. Schaut in der Figur 8a der Beobachter in Richtung des Pfeils, der Beobachtungsrichtung 23, spiegelt nicht nur das Teilareal 24 sondern auch das Zwischenareal 24', da die Profilhöhe h im Zwischenareal 24' zu klein ist. Beim Kippen des Flächenmusters 18 (Fig. 2) unter Berücksichtigung der Reflexionsbedingung in die Blickrichtung 27 fällt
20 das Licht 10 (Fig. 1) schief auf das Flächenmuster 18 (Fig. 2) ein und vergrößert die Profilhöhe h , z. B. am Ort z_3 (Fig. 7), zur wirksamen Profilhöhe h_w (Fig. 7). Im Zwischenareal 24' wirkt sich diese Vergrößerung der Profilhöhe h dadurch aus, dass sich während des Kippens der Uebergang von spiegelnder zur farbigen Reflexion im Zwischenareal 24' von der Grenze 26 zur Linie 26' hin verschiebt. Die
25 für den Beobachter wahrnehmbaren Abmessungen der Elemente 24, 24', 25 des Musters sind scheinbar von der Betrachtungsrichtung 23, 27 abhängig; diese Muster mit den spiegelnden Teilflächen 24, 24' und den sich verschiebenden Uebergängen von spiegelnder zur farbigen Reflexion gehört in die Gruppe der Moiré Muster. Beim Drehen des Areals 16 um das Lot 11 (Fig. 1) bleibt das Moiré Muster
30 immer sichtbar, im Gegensatz zu den Flächenteilen 15 mit Licht beugenden Reliefstrukturen 4 (Fig. 1).

- Das Moiré Muster im Sicherheitsmerkmal bildet ein zusätzliches Hindernis gegen Versuche, holographisch erzeugte Kopien dieses Sicherheitsmerkmals mit Moiré Muster herzustellen. In die bekannten Flächenmuster 18 (Fig. 2) der eingangs
35 genannten Art lässt sich das Moiré Muster problemlos integrieren.

Mit Vorteil weist das Areal 16 beispielsweise eine Markierfläche 26" am Ort z.B. der maximalen Ausdehnung der spiegelnden Teilflächen 24, 24' auf, um die

5 Verschiebung der Grenze 26 in Richtung der punktierten Linie 26' leicht zu erkennen. Die Markierfläche 26" ist mit beugenden, absorbierenden oder streuenden Strukturen belegt, die beispielsweise aufleuchten oder gut sichtbar sind, wenn sich im Zwischenareal 24' der Uebergang von spiegelnder zur farbigen Reflexion an der Grenze 26 und/oder am Ort der punktierten Linie 26' befindet.

10 Für die Gitterstruktur $G(z)$ eignen sich nicht nur die oben als Beispiel verwendete Sinusfunktion sondern auch andere trigonometrische Funktionen, wie $\sin^b(2\pi fz)$ mit $b = 2, 3, 4, 5, \dots$ oder andere periodische Funktionen wie Zykloide, Rechteckfunktionen, Dreiecksfunktionen. Besonders zu erwähnen sind die aus diesen Funktionen gebildeten Kreuzgitter. Vor allem für tiefe Strukturen eignet sich
 15 eine Funktion $\sin^{b(z)}(2\pi fz)$ bei der $b(z)$ eine stückweise stetige Funktion ist.

Die modulierende Hüllkurve 22 des Profils 21 bestimmt die beobachtbaren Muster im Areal 16. Neben den oben beschriebenen Funktionen sind auch die geraden trigonometrischen Funktionen $\sin^b(2\pi Fz)$ mit $b = 2, 4, \dots$ und die in den Figuren 9a bis 9d gezeigten verwendbar. In der Figur 9a ist die Funktion $H(z) =$
 20 $|\sin(2\pi Fz)|$, in der Figur 9b und 9c lineare periodische Funktionen $H(z)$ und in der Figur 9d eine nicht periodische, parabolische Funktion $H(z)$ dargestellt. Die Profilhöhen h sind willkürlich gewählt, daher ist die Ordinate in den Figuren 9 nicht skaliert.

Die Profile 21 und die Hüllkurven 22 erstrecken sich senkrecht zur
 25 Zeichenebene der Figuren 4 bis 7 und 9 zwischen den Berandungen 19 des Areals 16.

Ganz allgemein ist das Profil 21 der ZOM - Strukturen 4', $S(x, y)$, durch eine Modulation der hochfrequenten Gitterstruktur $G(x, y)$ mit einer sich über mehrere 1000 Perioden der Gitterstruktur $G(x, y)$ zwischen einem minimalen und einem
 30 maximalen Wert ändernden modulierenden Funktion $H(x, y)$ der Profilhöhe h erzeugt: $S(x, y) = G(x, y) \cdot H(x, y)$, wobei mit den Koordinaten x und y eine Stelle im Areal 16 bezeichnet wird.

Beispielhaft ist in der Figur 10 eine Hüllkurvenfläche 28 gezeigt, die in ihrer Form an einen Eierkarton erinnert. Die Hüllkurvenfläche 28 enthält alle Hüllkurven 22 im
 35 Areal 16 und bestimmt die Profilhöhe h an jeder Stelle, die durch die Koordinaten x, y festgelegt ist. Die bezeichnete Hüllkurve 22 weist die Funktion $H(x, y = 0)$ auf. Die

5 Hüllkurvenfläche 28 ist durch die Funktion

$$H(x, y) = \sin(2\pi Fx) \cdot \sin(2\pi Fy) + K \text{ (Fig. 6)}$$

beschrieben und moduliert beispielsweise die Gitterstruktur

$$G(x, y) = 0.5 \cdot A \cdot [1 + \sin(2\pi fx)] \cdot [1 + \sin(2\pi fy)],$$

so dass die ZOM - Struktur 4' (Fig. 1) die Funktion

10
$$S(x, y) = 0.5 \cdot A \cdot [1 + \sin(2\pi fx)] \cdot [1 + \sin(2\pi fy)] \cdot \sin(2\pi Fx) \cdot \sin(2\pi Fy) + K$$

hat. Diese ZOM - Struktur 4' besteht aus feinen, regelmässig angeordneten Nadeln, deren Länge durch die Hüllkurvenfläche 28 bestimmt ist. Bei diffuser Beleuchtung wird ein schachbrettartiges Moiré Muster sichtbar, wobei Hügel 29 sich farblich und/oder in den Grauwerten von Tälern 30 abheben. Auch hier verändern sich die

15 Farben und Grauwerte beim Kippen des Areal 16, nicht jedoch beim Drehen des Areal 16 um das Lot 11. Wenn der Term $K < 50 \text{ nm}$ ist, spiegeln die Böden der Täler 30. Die Verschiebung des Uebergangs von spiegelnder zur farbigen Reflexion beim Kippen des Areal 16 ist im Bereich der Abhänge der Hüllkurvenfläche 28 auch im schachbrettartigen Moiré-Muster zu beobachten.

20 In einer anderen Ausführung weist die ZOM - Struktur 4' ein Relief mit dem Profil 21 (Fig. 4) gemäss der Funktion $S(x, y)$ auf, wobei $S(x, y)$ eine additive Überlagerung zweier periodischer Funktionen $G1(x, y)$ und $G2(x, y)$ ist. Die Funktion $G1(x, y)$ ist sinusförmig, besitzt die Amplitude A und bestimmt die Spatialfrequenz f der ZOM - Struktur 4'. Die zweite Funktion $G2(x, y, \theta)$ ist die erste Harmonische zu $G1(x, y)$

25 und weist die Amplitude $A/2$ auf. Die Funktion $G2(x, y, \theta)$ ist um eine Phase θ gegenüber der Funktion $G1(x, y)$ verschoben. In der allgemeinen Form ist

$$S(x, y) = G1(x, y) + G2(x, y).$$

In der ausgezeichneten Richtung z lautet die Funktion S der ZOM - Struktur 4'

$$S(z) = A \cdot \{[1 + \sin(2\pi fz)] + 0.5 \cdot [1 + \sin(4\pi fz + \theta)]\}.$$

30 In den Figuren 11 a bis 11d und 12 ist das Profil 21 (Fig. 7) als Funktion längs der Richtung z dargestellt, wobei die Ordinate h in willkürlichen Einheiten skaliert ist. Der Wert der Phasenverschiebung θ bestimmt, ob die ZOM - Struktur 4' symmetrisch, dargestellt in den Figuren 11b und 11d (für $\theta = 90^\circ$ bzw. 270°), oder asymmetrisch, dargestellt in den Figuren 11a und 11c (für $\theta = 0^\circ$ bzw. 180°) ist. Die

35 Gittervektoren der Funktionen $G1(x, y)$ und $G2(x, y)$ sind parallel oder schliessen einen Winkel mit einem absoluten Betrag von weniger als 10° ein.

- 5 Die Phasenverschiebung θ ist in einer anderen Ausführung der ZOM - Struktur 4' eine periodische oder wenigstens eine stückweise stetige Funktion $\theta(x, y)$ des Ortes im Areal 16 (Fig. 10). Die Funktion $\theta(x, y)$ ändert sich sehr langsam im Vergleich zur Spatialfrequenz f in der Richtung z , beispielsweise im Bereich $90^\circ/\text{mm}$ bis $720^\circ/\text{mm}$. Die Funktion $\theta(x, y)$ moduliert die Profilform der ZOM - Struktur 4' und hat eine mit
- 10 der Funktion der Hüllkurve 22 (Fig. 5) vergleichbare Wirkung. Die Figur 12 zeigt eine lokale Veränderung der Kurvenform der ZOM - Struktur 4' als Funktion der ausgezeichneten Richtung z . Bei der periodischen Funktion $\theta(x, y)$ ändert sich die Phasenverschiebung θ um 360° über eine Anzahl von N Perioden der ZOM - Struktur 4' mit der Spatialfrequenz f . Das bei der Beleuchtung der ZOM - Struktur 4'
- 15 entstehende Muster wiederholt sich somit in Abständen von N/f mm.

Der Bereich der erreichbaren Profilhöhen h für ZOM - Strukturen 4' hängt von der Spatialfrequenz f ab, da eine kostengünstige Vervielfältigung, d.h. ein Replizieren der ZOM - Struktur 4' in die Deckschicht 2 (Fig. 1) umso schwieriger wird, je höher die Spatialfrequenz f ist. Die heute herstellbaren Profilhöhen h

20 bewegen sich im Bereich $h = 0,5/f$ bis $4/f$. Bei einer Spatialfrequenz von $f = 3000/\text{mm}$ liegen die Profilhöhen h im Bereich 150 nm bis 1200 nm. Typische Werte für die Profilhöhen h liegen zwischen 200 nm und 400 nm bei einer Spatialfrequenz f von 3000/mm.

Die Beobachtungsbedingung für den Beobachter verändert sich, wenn das

25 Flächenmuster 18 (Fig. 2) um eine Achse in der Ebene des Flächenmusters 18 gekippt oder um das Lot 11 (Fig. 1) gedreht wird. Ebenso beeinflusst die Qualität des einfallenden Lichts, Farbe, Polarisation usw., oder ein Betrachten des Flächenmusters 18 durch ein Polarisationsfilter 31 (Fig. 1) hindurch und eine Drehung des Polarisationsfilters 31 die Beobachtungsbedingung.

5

Patentansprüche

1. Flächenmuster (18) mit einem visuell sichtbaren Mosaik aus einer Anzahl von Flächenteilen (8; 9; 15; 16; 17), eingebettet in einem Laminat (1) aus wenigstens einer transparenten Deckschicht (2) und einer Schutzschicht (5), wobei die Flächenteile (8; 9; 15; 16; 17) transparent sind oder einfallendes Lichtstrahlen (10) spiegeln, streuen oder an mikroskopischen Reliefstrukturen (4) beugen und die Flächenteile (8; 15; 16; 17) wenigstens teilweise mit einer Reflexionsschicht (3) überzogen sind

dadurch gekennzeichnet,

dass wenigstens ein von Koordinaten x und y aufgespanntes Areal (16) der mit einer mikroskopischen Reliefstruktur (4; 4') belegten Flächenteile (15; 16) eine ZOM - Struktur (4') mit einem Profil (21) gemäss der Funktion S, die eine Gitterstruktur G mit einer sich mit der Funktion H ändernden, optischen Profilhöhe h ist, aufweist, wobei sowohl G und H als auch S eine Funktion der Koordinaten x und y sind, und dass das Produkt P aus einer vorbestimmten Wellenlänge λ_G des sichtbaren Spektrums und der Spatialfrequenz f der ZOM - Struktur (4'), $P = \lambda_G \cdot f$, grösser oder gleich 1 ist.
2. Flächenmuster (18) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass innerhalb des Areals (16) die ZOM -Struktur (4') G mit einer sich über viele Perioden der ZOM -Struktur (4') G langsam ändernden Funktion der Profilhöhe h moduliert ist
3. Flächenmuster (18) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Funktion H der Profilhöhe h Werte aus dem Bereich 0 bis zu einem maximalen Wert, der höher als 150 nm aber niedriger als 1200 nm ist, annimmt und dass das Areal (16) mit der ZOM - Struktur (4') spiegelnde Teilareale (24; 24') aufweist.
4. Flächenmuster (18) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Funktion H der Profilhöhe h einen zusätzlichen konstanten Term K mit einem Wert aus dem Bereich 50 nm bis 200 nm aufweist, dass die Funktion H der

- 5 Profilhöhe h Werte aus dem Bereich K bis zu einem maximalen Wert, der höher als 150 nm aber niedriger als 1200 nm ist, annimmt und dass das Areal (16) mit der ZOM - Struktur (4') keine spiegelnden Teilareale (24; 24') besitzt.
- 10 5. Flächenmuster (18) nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Funktion H der Profilhöhe h eine periodische trigonometrische Funktion ist.
6. Flächenmuster (18) nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Funktion H der Profilhöhe h eine periodische, aus linearen Teilstücken zusammengesetzte Funktion ist.
- 15 7. Flächenmuster (18) nach einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die zweidimensionale Funktion H der Profilhöhe h längs einer ausgezeichneten Richtung z eine eindimensionale Funktion H ist und dass das Areal (16) mit der ZOM- Struktur (4') zum Erzeugen eines streifenförmigen Farb- und/oder Grauwerte - Musters eingerichtet ist.
- 20 8. Flächenmuster (18) nach einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die zweidimensionale Funktion H der Profilhöhe h ein Produkt aus der Teilfunktion H_1 , die sich nur in Richtung der Koordinate x ändert, und der Teilfunktion H_2 , die sich nur in Richtung der Koordinate y ändert, ist, und dass das Areal (16) mit der ZOM- Struktur (4') zum Erzeugen
- 25 eines schachbrettartigen regelmässigen Farb- und/oder Grauwerte - Musters eingerichtet ist.
9. Flächenmuster (18) nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Abmessungen der Farb- und/oder Grauwerte des Musters von den Beobachtungsbedingungen abhängig sind.
- 30 10. Flächenmuster (18) nach einem der Ansprüche 2 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass eine Periode der Funktion H eine Anzahl von M Perioden der ZOM - Struktur (4') mit der Spatialfrequenz f umfasst, und dass sich das Muster in einem Abstand von M/f mm wiederholt.
- 35 11. Flächenmuster (18) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die ZOM - Struktur (4') ein Relief der Form $S = G \bullet H$

- 5 aufweist, wobei sich die Funktion in der ausgezeichneten Richtung z ändert, und dass die Gitterstruktur G proportional zur Funktion $\sin^{b(z)}(2\pi fz)$ ist.
12. Flächenmuster (18) mit einem visuell sichtbaren Mosaik aus einer Anzahl von Flächenteilen (8; 9; 15; 16; 17), eingebettet in einem Laminat (1) aus wenigstens einer transparenten Deckschicht (2) und einer Schutzschicht (5),
10 wobei die Flächenteile (8; 9; 15; 16; 17) transparent sind oder einfallendes Lichtstrahlen (10) spiegeln, streuen oder an mikroskopischen Reliefstrukturen (4) beugen und die Flächenteile (8; 15; 16; 17) wenigstens teilweise mit einer Reflexionsschicht (3) überzogen sind
dadurch gekennzeichnet,
15 dass wenigstens ein von Koordinaten x und y aufgespanntes Areal (16) der mit einer mikroskopischen Reliefstruktur (4; 4') belegten Flächenteile (15; 16) eine ZOM - Struktur (4') mit einem Profil (21) gemäss der Funktion S aufweist, wobei S eine additive Überlagerung zweier periodischer Funktionen $G1$ und $G2$ ist, $G1$ mit der Amplitude A die Spatialfrequenz f der ZOM -
20 Struktur (4') bestimmt und $G2$ die erste Harmonische zu $G1$ mit der Amplitude $A/2$ ist, und dass die Funktion $G2$ um eine Phase θ gegenüber der Funktion $G1$ verschoben ist, dass sowohl S , $G1$ und $G2$ als auch die Phase θ eine Funktion der Koordinaten x und y sind und dass das Produkt P aus einer vorbestimmten Wellenlänge λ_G des sichtbaren Spektrums und der
25 Spatialfrequenz f der ZOM - Struktur (4'), $P = \lambda_G \cdot f$, grösser oder gleich 1 ist.
13. Flächenmuster (18) nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Phase θ eine periodische Funktion θ ist, dass eine Periode der Funktion θ eine Anzahl von N Perioden der ZOM - Struktur (4') mit der Spatialfrequenz f umfasst und dass sich das Relief der Form G in einem Abstand von N/f mm
30 wiederholt.
14. Flächenmuster (18) nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Phase θ längs einer ausgezeichneten Richtung z mit einer Geschwindigkeit von 90° bis 720° pro Millimeter ändert.
15. Flächenmuster (18) nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die
35 Gittervektoren der Funktionen $G1$ und $G2$ einen Winkel mit einem absoluten Betrag von weniger als 10° einschliessen.

- 5 16. Flächenmuster (18) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die vorbestimmte Grenzwellenlänge λ_G die kürzeste, gerade noch sichtbare Wellenlänge λ ist.
- 10 17. Flächenmuster (18) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Areal (16) mit einer ZOM - Struktur (4') längs einer Strecke eine gemeinsame Berandung (19) mit einem beugungsoptisch wirksamen Flächenteil (15) aufweist, und dass der Furchenabstand d der mikroskopischen Reliefstruktur (4) im beugungsoptisch wirksamen Flächenteil (15) für alle Wellenlängen λ_L des einfallenden sichtbaren Lichts die Bedingung λ_L/d kleiner als 1 erfüllt.
- 15 18. Flächenmuster (18) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Flächenteile im Areal (16) eine Information bilden, und dass sich die ZOM - Strukturen (4') der Flächenteile nur durch ein unterschiedliches Polarisationsvermögen von der ZOM - Struktur (4') des übrigen Areals (16) unterscheiden.
- 20 19. Flächenmuster (18) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Licht beugende oder streuende Markierfläche (26") im Areal (16) angeordnet ist, dass die Markierfläche (26") den Ort eines Uebergangs von spiegelnder zur farbigen Reflexion in einem Farb- und/oder Grauwerte Muster der ZOM - Struktur (4') in einer vorbestimmten
- 25 Beobachtungsrichtung (23) bezeichnet und dass bei anderen Beobachtungsbedingungen der Uebergang von spiegelnder zur farbigen Reflexion gegenüber der Markierfläche (26") verschoben ist.

Fig.1

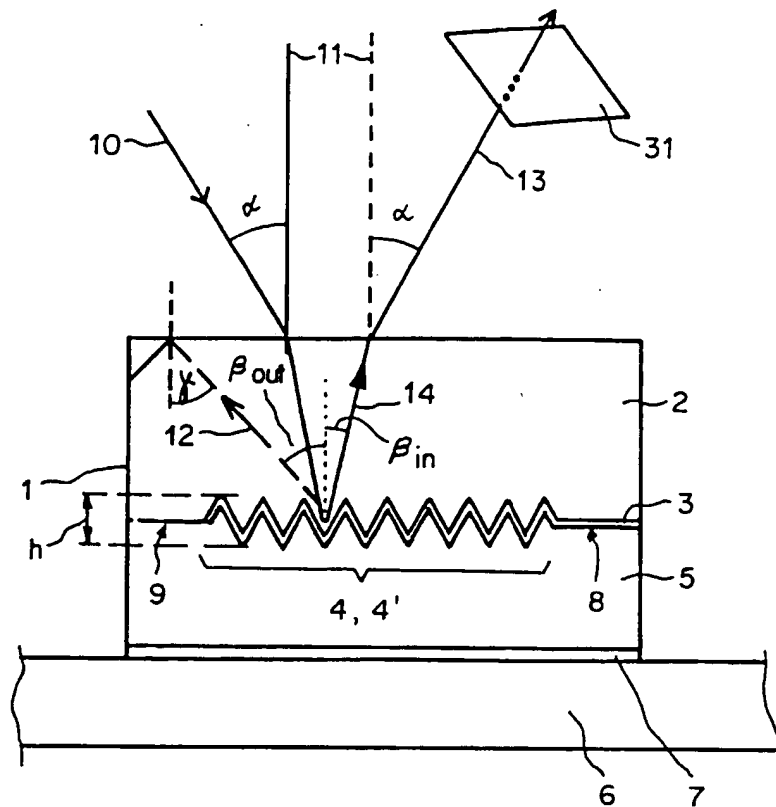


Fig.2

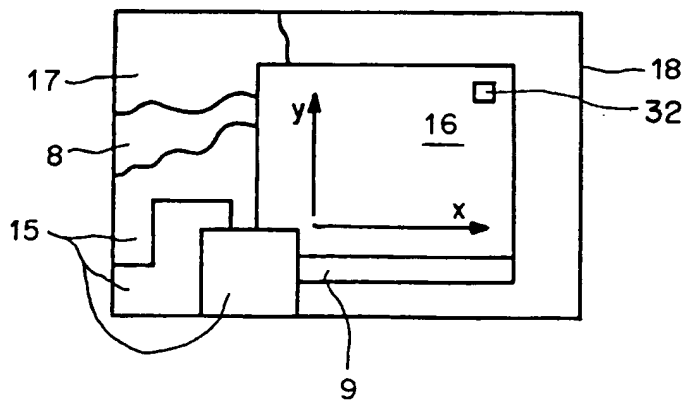


Fig.3a

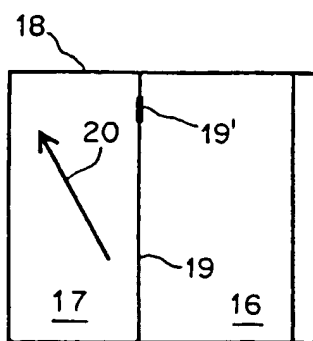


Fig.3b

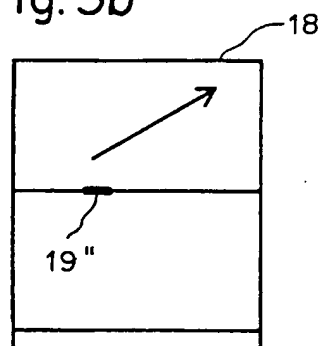


Fig. 4

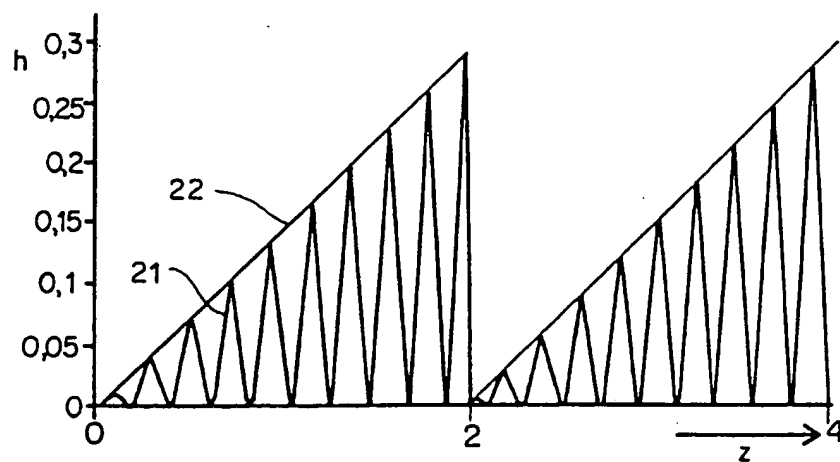


Fig. 5

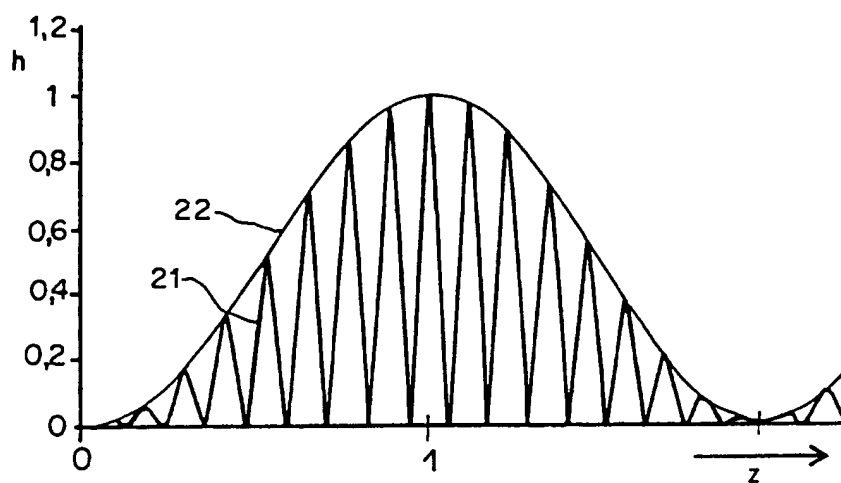


Fig. 6

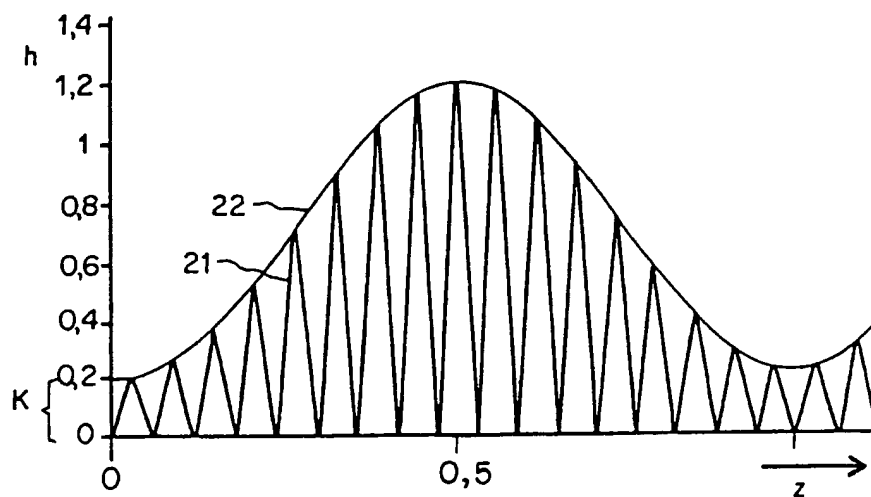


Fig. 7

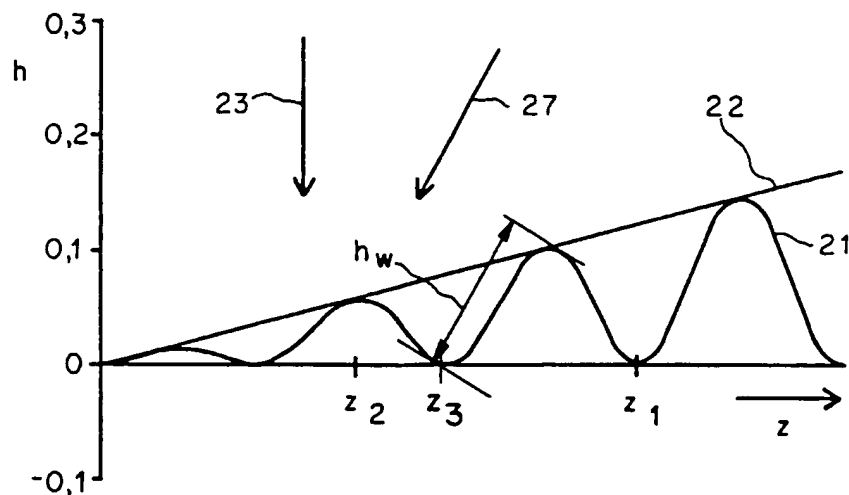


Fig. 8a

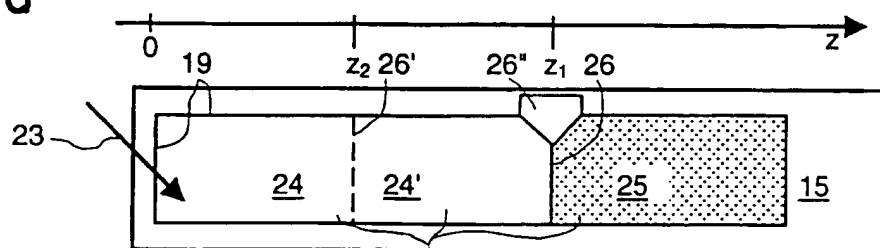


Fig. 8b

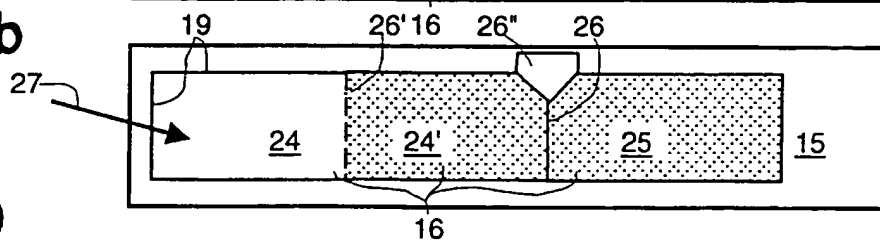


Fig. 9

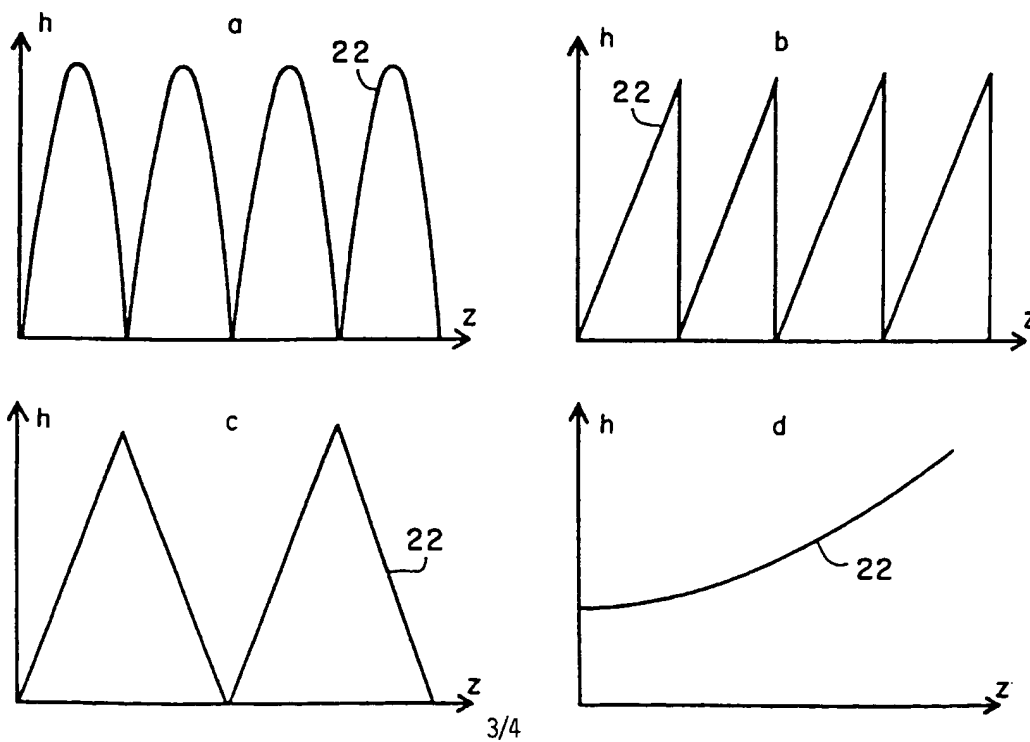


Fig. 10

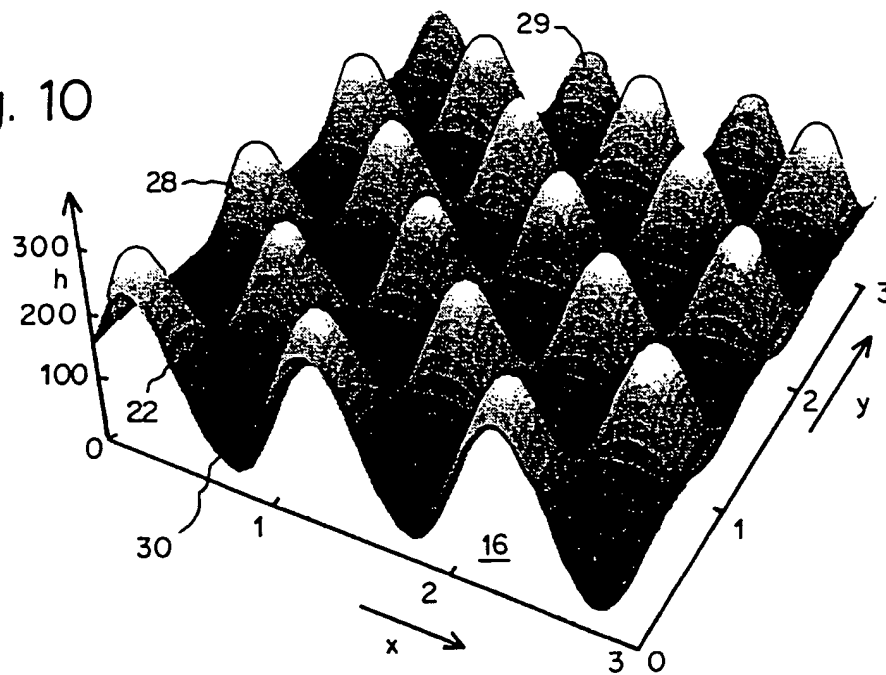


Fig.11

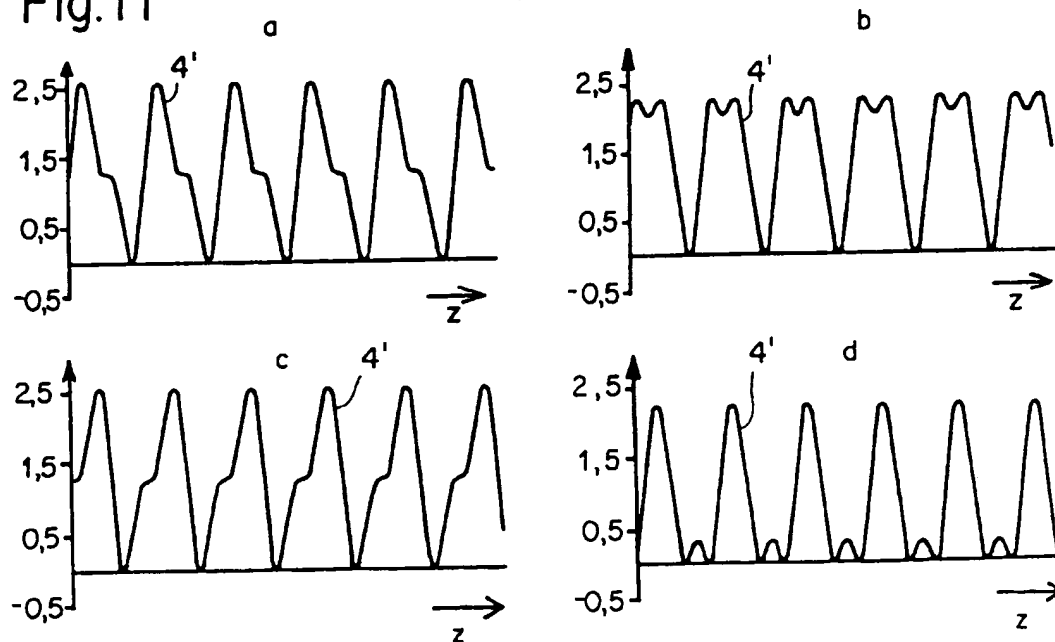
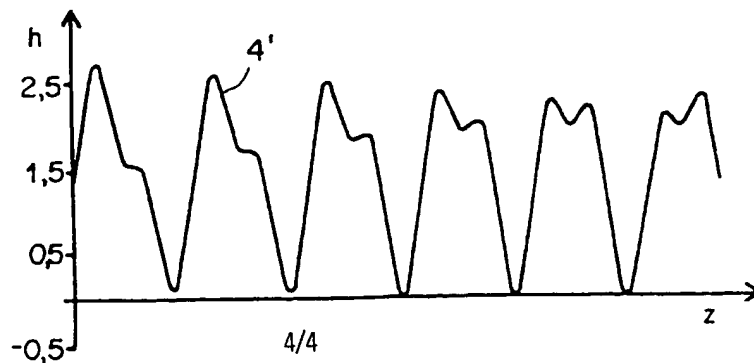


Fig.12



PC T/EP 01/00319

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G06K G02B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

WPI Data, PAJ, EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|--|-----------------------|
| A | WO 99 38039 A (ELECTROWATT TECH INNOVAT CORP ;STAUB RENE (CH); TOMPKIN WAYNE ROBE) 29 July 1999 (1999-07-29) claims --- | 1,12 |
| A | WO 99 38038 A (ELECTROWATT TECH INNOVAT CORP ;STAUB RENE (CH); TOMPKIN WAYNE ROBE) 29 July 1999 (1999-07-29) claim 1 --- | 1,12 |
| A | DE 195 16 741 A (KURZ LEONHARD FA) 7 November 1996 (1996-11-07) claim 1 --- | 1,12 |
| | --- -/-- | |

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

¹ 'E' earlier document but published on or after the international filing date

L document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

*O' document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

'Y' document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

8 document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

15 June 2001

Date of mailing of the international search report

29/06/2001

Name and mailing address of the ISA
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer _____

Krametz, E

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

BEST AVAILABLE COP*

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

In* ational Application No

Pct/EP 01/00319

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|--|-----------------------|
| A | WO 98 26373 A (LANDIS & GYR TECH INNOVAT ;STAUB RENE (CH); TOMPKIN WAYNE ROBERT () 18 June 1998 (1998-06-18) cited in the application claims 1,4-6 ----- | 1,12 |
| A | WO 87 07034 A (AMERICAN BANK NOTE HOLOGRAPHIC) 19 November 1987 (1987-11-19) cited in the application claims 1,5 ----- | 1,12 |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 01/00319

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|---|---------------------|--|--|
| WO 9938039 A | 29-07-1999 | EP 1051648 A | 15-11-2000 |
| WO 9938038 A | 29-07-1999 | AU 2276699 A EP 1051647 A | 09-08-1999 15-11-2000 |
| DE 19516741 A | 07-11-1996 | AU 705018 B AU 5643896 A BR 9608124 A CA 2220248 A CN 1186558 A CZ 9703500 A WO 9635191 A DE 19680298 D EP 0826191 A HU 9802601 A JP 11505046 T PL 323239 A | 13-05-1999 21-11-1996 09-02-1999 07-11-1996 01-07-1998 17-06-1998 07-11-1996 18-06-1998 04-03-1998 29-03-1999 11-05-1999 16-03-1998 |
| WO 9826373 A | 18-06-1998 | AU 1270397 A EP 0992020 A | 03-07-1998 12-04-2000 |
| WO 8707034 A | 19-11-1987 | US 4832445 A AU 595892 B AU 7480487 A CA 1286132 A DK 7988 A EP 0247471 A JP 63503331 T | 23-05-1989 12-04-1990 01-12-1987 16-07-1991 08-01-1988 02-12-1987 02-12-1988 |

BEST AVAILABLE COPY

PL/EP 01/00319

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

IPK 7 G06K G02B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

WPI Data, PAJ, EPO-Internal

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|--|--------------------|
| A | WO 99 38039 A (ELECTROWATT TECH INNOVAT CORP ;STAUB RENE (CH); TOMPKIN WAYNE ROBE) 29. Juli 1999 (1999-07-29) Ansprüche --- | 1,12 |
| A | WO 99 38038 A (ELECTROWATT TECH INNOVAT CORP ;STAUB RENE (CH); TOMPKIN WAYNE ROBE) 29. Juli 1999 (1999-07-29) Anspruch 1 --- | 1,12 |
| A | DE 195 16 741 A (KURZ LEONHARD FA) 7. November 1996 (1996-11-07) Anspruch 1 --- | 1,12 |
| | --- | |
| | -/-- | |

Y Siehe Anhang Patentfamilie

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist.

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahelegend ist

'&' Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Absendedatum des internationalen Becherberichts

29/06/2001

Bevollmächtigter Bediensteter

Krametz, E

Formblatt PCT/ISA/210 (Blatt 2) (Juli 1992)

Seite 1 von 2

BEST AVAILABLE COP*

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 01/00319

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|--|--------------------|
| A | WO 98 26373 A (LANDIS & GYR TECH INNOVAT ;STAUB RENE (CH); TOMPKIN WAYNE ROBERT () 18. Juni 1998 (1998-06-18) in der Anmeldung erwähnt Ansprüche 1,4-6 --- | 1,12 |
| A | WO 87 07034 A (AMERICAN BANK NOTE HOLOGRAPHIC) 19. November 1987 (1987-11-19) in der Anmeldung erwähnt Ansprüche 1,5 ----- | 1,12 |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Abkürzungszeichen

PCT/EP 01/00319

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|--|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| WO 9938039 A | 29-07-1999 | EP 1051648 A | 15-11-2000 |
| WO 9938038 A | 29-07-1999 | AU 2276699 A | 09-08-1999 |
| | | EP 1051647 A | 15-11-2000 |
| DE 19516741 A | 07-11-1996 | AU 705018 B | 13-05-1999 |
| | | AU 5643896 A | 21-11-1996 |
| | | BR 9608124 A | 09-02-1999 |
| | | CA 2220248 A | 07-11-1996 |
| | | CN 1186558 A | 01-07-1998 |
| | | CZ 9703500 A | 17-06-1998 |
| | | WO 9635191 A | 07-11-1996 |
| | | DE 19680298 D | 18-06-1998 |
| | | EP 0826191 A | 04-03-1998 |
| | | HU 9802601 A | 29-03-1999 |
| | | JP 11505046 T | 11-05-1999 |
| | | PL 323239 A | 16-03-1998 |
| WO 9826373 A | 18-06-1998 | AU 1270397 A | 03-07-1998 |
| | | EP 0992020 A | 12-04-2000 |
| WO 8707034 A | 19-11-1987 | US 4832445 A | 23-05-1989 |
| | | AU 595892 B | 12-04-1990 |
| | | AU 7480487 A | 01-12-1987 |
| | | CA 1286132 A | 16-07-1991 |
| | | DK 7988 A | 08-01-1988 |
| | | EP 0247471 A | 02-12-1987 |
| | | JP 63503331 T | 02-12-1988 |

BEST AVAILABLE COPY